飼料蛋白質資源調査研究

(第　三　報)

銀合歡飼料化試驗 (I)

林秉溱　張松疇　周新添

一、緒　　　　言

銀合歡 Leucaena glauca BENTH. (荳科)，係綠肥作物之一，俗稱 Wild-，或 Horse-Tamarind；其主要用途不但爲綠肥，尙可爲綠蔭樹 (Shade)、海岸防風林等，其葉可爲飼料應用於家畜飼養(1)。

銀合歡子實中蛋白質含量相當可觀，唯一方面尙含有毒成份植物鹼 Mimosine 及其 dl-體 Leucenol，因而飼養家畜時時常發生皮膚炎，惹起脫毛現象等(2)，已在 1950 年前後布哇農事試驗場對此銀合歡雖有進行飼料化研究，但其對象似主關青葉部份，子實部份則僅示端緒而已(3)。

銀合歡在本省出產狀況，除部份在南部西海岸爲防風林栽植外，大部仍在東臺及山地於野生狀態繁殖，其子實據稱年產數百萬噸，產量可觀，然而至今僅有部份人利用；筆者等進行本項銀合歡飼料化試驗原由卽在此也。

本試驗報告，蒙本所徐所長懇切指正，借此謹表謝忱。

二、實　　　　驗

實驗分三階段：(1) 銀合歡子實組成分析，(2) 飼料化處理試驗，(3) 動物飼育試驗。

本報告範圍限於先行兩階段，動物飼育試驗一項俟日後試驗完結時報告之。

(1) 銀合歡子實組成分析

(A) 機械的成份組成：秤取原料銀合歡子實20克(476粒)，以銳利刀片機械的分開爲兩部，算出種皮及種肉原料百分比。 結果：

組　　成	原料百分比
	%
種　　皮	48.70
種　　肉	51.3

在做本組成測定時，吾人同時進行有毒成份之定性定量試驗，發現植物鹼僅存於肉部，皮部並無存在。

(B) 化學的成份組成：試驗方法，一般成份分析方法與本文第一報同，概依照東京大學"實驗農藝化學"誌載方法施行之。 特殊成份分析：純蛋白及澱粉以 Stutzer 及 Bertrand 法；單寧以 Löwenthal 氧化法；植物鹼以鹽酸—鹽化鐵呈色反應比色法(4)，利用 Duboscq 比色計與標準溶液比色決定之。

所得結果如表一：

---

* 本研究第一報發表於本刊第五卷第三～四期，第二報發表於第六卷第一期。

表一　銀合歡種子化學的組成

成　　份	原料百分比	乾物百分比	備　　註
	%	%	
水份	12.95	—	
灰份	3.08	3.54	
粗蛋白	29.07	33.40	總氮×6.25
粗脂肪	7.08	8.13	
粗纖維	9.01	10.35	
可溶無氮物	38.81	44.58	計算值
純蛋白	23.81	27.35	
澱粉	25.17	28.91	
單寧	3.15	3.62	
植物鹼	6.50	7.47	(註1)

(註1)：N/10-HCl 抽出原料1%試液與0.05%植物鹼標準液各在十分一濃度下，以0.5%鹽化鐵呈色決定之。

由上表得知蛋白含量雖相當可觀，惟一方面有毒成份植物鹼亦存有5%以上，使人預想飼料化處理頗屬困難。

（2） 飼料化處理試驗

本項飼料化試驗係分爲兩部：一爲最適處理條件調查預備試驗，二爲最適條件下處理後之銀合歡組成分析比較試驗。

(A) 飼料化處理預備試驗

實驗(i) 鹽酸冷浸處理效果：

因銀合歡有毒成份屬於植物鹼類（Pyridine 系統），乃做羽扇豆飼料化方法，以稀礦酸進行浸出處理；其試驗方法略述如下：

先將銀合歡子實粗碎，以十倍量（vol./wt.）之一定濃度鹽酸溶液冷浸三小時後，吸引過濾；取一定量濾液予以分析，查明溶出之蛋白質、炭水化物及植物鹼量；一方面殘渣即以計算量之炭酸鈉完全中和後，風乾秤量，算出眞正收率。

所得結果如表二：

表二　鹽酸冷浸處理效果

使用鹽酸濃度	抽出液分析			眞正收率
	蛋白質	炭水化物*	植物鹼*	
%	%	%	%	%
0	11.75	5.51	59.17	67.5
0.5	15.04	5.01	79.87	61.6
1.0	15.69	5.51	86.20	—
2.5	12.26	6.47	94.37	60.7
5.0	11.98	7.68	94.37	51.5

*(註)：炭水化物數值以葡萄糖量表示之；植物鹼數值係原來含量爲100之計算值，以下相同。

由上表，得酸液處理最適濃度仍如羽扇豆存於2.5%左右，但在本項處理，收率皆不及70%，而且蛋白溶出甚多，且在操作上發現溶液粘度頗高，因而過濾操作困難，故銀合歡飼料化處理，不便援用羽扇豆之方法。

實驗(ii) 鹽酸煮沸處理效果：

上項預備試驗，述及銀合歡破碎原料經浸漬處理時，因炭水化物溶出，溶液粘度增高(粘質物：由加半容酒精沉澱析出，呈糖類反應)，故處理操作時發生困難；因此以後一切預備試驗，概應用子實元粒爲處理原料進行實驗。

本鹽酸煮沸處理方法如下：

將原料子實先以五倍量水浸漬16小時，使其膨潤後過濾，以五倍量一定濃度鹽酸液煮沸30分鐘，過濾後，再以五倍量水煮沸洗滌10分鐘，再行過濾；殘渣即風乾秤量，利用於收率調查，濾液即合併爲定容後，仍如前取一定量以供分析，查明蛋白及植物鹼之溶出量等；獲致結果如表三：

表三 鹽酸煮沸處理效果

使用鹽酸濃度	抽出液分析		收率
	蛋白質	植物鹼	
%	%	%	%
0	2.53	17.14	90.0
0.1	3.22	26.67	82.5
1.0	12.21	42.48	60.0
2.5	16.36	80.00	60.0
5.0	20.28	88.89	40.0

由上表成績而言，使用鹽酸其濃度在1%以下時，僅得有毒成份抽出不及一半，處理濃度似應採用2.5%左右，然此時收率頗差；鑑此，吾人乃繼續進行處理時間之影響實驗。

實驗(iii) 熱鹽酸處理時間影響：

由上項實驗，證知在鹽酸煮沸處理過程，植物鹼抽出有效鹽酸濃度爲2.5%以上，故在本試驗暫以2.5%鹽酸溶液爲標準進行處理；其方法與前略同，僅變動鹽酸煮沸處理時間；獲致結果如表四：

表四 2.5%熱鹽酸處理時間影響

處理時間	抽出液分析		收率
	蛋白質	植物鹼	
分	%	%	%
5	3.45	17.3	92.5
10	5.76	32.5	78.0
20	12.67	63.0	57.5
30*	16.36	80.0	60.0

* (註)：成績數值由「表三」轉載比較。

由上表得知鹽酸煮沸時間之變動，仍無法改進飼料化處理效果，蓋既在煮沸20分鐘時發現收率低下，而植物鹼之抽出不及三分之二而已。

實驗(iv) 水一鹽酸煮沸處理效果：

由以上鹽酸煮沸處理實驗結果，顯示銀合歡子實元粒僅以冷水浸漬16小時，仍未使子實完全膨潤，便以植物鹼溶出，同時，一方面就2.5%鹽酸溶液而言，其煮沸處理時間不得超出20分鐘等，故在本項試驗，吾人即將子實元粒先以五倍量水煮沸處理一定時間後，再以同量2.5%鹽酸溶液繼之，最後仍以同量水煮沸洗滌10分鐘，以各種水一鹽酸煮沸時間組合進行處理試驗，再詳加調查研討水一鹽酸煮沸處理之效果。

試驗方法仍與前同，成績列如表五：

表五　水一鹽酸煮沸處理效果

處理條件*	抽出液分析		收率
	蛋白質	植物鹼	
分	%	%	%
0/15	11.06	52.1	70.00
10/10	——	71.5	62.50
10/15	——	82.3	56.25
20/10	12.67	80.0	55.00
20/15	14.05	84.0	52.50
25/10	13.36	83.0	53.75
25/15	13.82	84.0	52.50
30/15	15.21	92.5	48.75

*（註）：處理條件 a/b，指示 a 爲水煮沸，b 爲鹽酸煮沸處理時間（分），及其組合爲 a-b。

本試驗成績略示煮沸處理時間對飼料化處理確有相當影響，尤在酸液處理時，其時間之影響比較爲大；就植物鹼抽出步合及收率觀之，時間之影響於植物鹼抽出量爲甚；惟就綜合成績而言，因所得收率頗差，在本法實難找出適當處理條件。

實驗(v)　水煮一稀酸、鹼液冷浸處理效果：

就前項預備試驗，吾人已看得水一鹽酸煮沸處理方法，因其收率欠佳，未便應用於飼料化處理，考其原由，似應歸於使用之鹽酸濃度過高，同時由於熱煮處理，子實中之養份迅予分解溶失所致，故再行本項處理實驗。

由先行預備試驗中觀察，子實元粒膨潤裂開，尙需以水煮沸20分鐘以上，因此本試驗卽先將元粒以五倍量水煮沸繼續30分鐘後過濾，再以同量一定濃度酸、鹼溶液施行冷浸一定時間，過濾，最後殘渣乃以五倍量冷水洗滌，再行過濾，經風乾秤量利用於收率調查，一方面濾液卽合併爲定容後取一定量以供分析，所得結果示於表六：

表六　稀酸、鹼液冷浸處理效果

處理 / 浸漬時間 / 酸鹼濃度		抽出液分析*				收率	
		蛋白質		植物鹼			
		6 hr	24hr	6 hr	24hr	6 hr	24hr
	N	%	%	%	%	%	%
HCl	0,1	2.53	—	36.5	—	92.0	—
	0.05	2.76	—	39.2	—	93.0	—
	0.01	3.22	—	41.5	—	91.5	—
NaOH	0.01	3.22	4.69	45.0	63.1	90.0	87.5
	0.05	3.68	4.69	50.0	64.6	90.0	90.0
	0.1	4.37	5.07	55.4	71.5	90.5	87.5

*（註）：鹼處理抽出液之分析，仍以酸中和先行之。

上表顯示：鹼液處理比較酸液處理效果大，浸漬時間亦有相當影響；例如前者，在收率而言，酸鹼處理卽相差無幾，而植物鹼抽出量卽在鹼處理幾達10%多以計；後者，卽由以延長浸漬時間可得植物鹼抽出量提高三分一等；又在本試驗値得注意者，卽鹽酸濃度及處理效果之間尙有一種反比現象存在，此俟後日有機會時，再詳硏討之。

實驗(vi)　水一稀碱液煮沸處理效果：

由前行實驗，雖稀碱液冷浸處理可獲致佳良效果，惟該方法頗爲費時，例如經一晝夜浸漬，僅能將所含毒成份抽出三分之二，玆爲改善操作節省時間計，乃進行本項實驗。

試驗方法與前者略同，預先將子實元粒以水煮沸30分鐘後，碱液處理冷浸部份改爲煮沸處理，最後段洗滌亦改以水煮沸10分鐘處理代之；獲致結果如表七：

表七　水一稀碱液煮沸處理效果

處理		抽出液分析		收率
碱液濃度	煮沸時間	蛋白質	植物鹹	
N	min	%	%	%
NaOH 0.05	5	2.76	50.0	90.5
0.05	10	3.45	59.6	90.5
0.05	15	3.45	66.5	88.0
0.05	30	4.14	72.3	87.0
0.1	30	5.53	90.5	81.5
0.2	30	7.73	90.5	76.0

由上表成績，吾人可得結論，即銀合歡子實元粒預先以五倍量水煮沸30分鐘，再以十分一定規苛性鈉溶液同樣處理，最後仍以水煮沸洗滌10分鐘，即可得佳良處理成績，略示植物鹼抽出量達九成，而損失總量僅爲二成，故吾人即以本項處理爲最適條件，進行飼料化處理本試驗，詳查處理效果及處理前後之養份、毒成份變化等；見於後段飼料化處理本試驗。

(B)　飼料化處理本試驗

本試驗即在預備試驗十倍規模下進行之。　但最後段煮沸洗滌，爲顧及收量，僅以加溫處理代之。其詳細操作方法如次：

先將銀合歡子實元粒200克以水 1 竔煮沸30分鐘後過濾，再以十分一定規苛性鈉液 1 竔(NaOH 4 克)同樣處理，最後仍以水 1 竔加溫浸漬洗滌，以至水液開始沸騰即行中止，再予以過濾之。所得殘渣迅予以風乾秤量，記錄風乾體收率後，施與粉碎，以供分析試料利用之。

分析方法，與先行化學成份組成分析方法同。

所得飼料化處理成績，除風乾體收率80.6%，殘留碱度0.3%外，其他各項成份組成如表八：

表八　銀合歡飼料化處理成績

成份	飼料化物百分比	同乾物百分比	由收率計算乾物百分比
	%	%	%
水份	12.50	——	——
灰份	3.28	3.75	3.02
粗蛋白	30.22	34.54	27.84
粗脂肪	5.30	6.05	4.88
粗纖維	11.07	12.65	10.2
可溶無氮物	37.63	43.01	34.66
純蛋白	30.20	34.51	27.81
澱粉	24.61	28.13	22.67
單寧	0	0	0
植物鹼	1.75	2.00	1.61

三、考　　察

由實驗部份，吾人已看到銀合歡子實可以水－鹼－水煮沸處理為飼料應用之可能性，至究竟有無其他毒害成份存在一節，則有待日後舉辦動物飼育試驗方可測知。

在機械的組成分析，銀合歡發現種皮種肉各佔一半，頗使人對銀合歡營養價值發生疑問，幸賴其產量豐富，價格低廉，仍得勉強進行飼料化處理試驗。

在化學的組成分析，所得主要成份數值略為：粗蛋白質29%，內純蛋白質24%，可溶無氮物39%，內澱粉25%，及植物鹼 6.5%等；由其養份含量，似可作蛋白質資源利用於家畜飼養，但同時所含植物鹼量奇高，使人感覺為飼料應用之困難，因此進行各種處理實驗以探究飼料化之可能性。

由粗蛋白質及純蛋白質含量，得非蛋白為 5%餘，而一方植物鹼一項，其含量已示為6.5%，此於理不合；考究其原因，雖蛋白質含量仍為計算值(總氮×6.25)，主要原因，似仍存於植物鹼測定方法、比色法，不够準確；例如，抽出液自體之由植物鹼以外物質之着色(紅)，及測定用試料濾液之未能完全澄淸等，植物鹼定量數值易為過高；故本植物鹼量數值，即僅可為一種比較標準，未便視為精確數值。

在飼料化處理預備試驗，吾人獲到結論：

(a) 破碎子實不得為酸液處理飼料化原料應用之。

(b) 酸液處理方法，在植物鹼除去量 80%為標準而言，仍難免成份溶失 ⅓～½，故不便採用之。

(c) 稀薄鹼液比較酸液處理，其植物鹼抽出效果為佳，富於飼料化希望。

今就詳考察上列各項之原故：

(a) 吾人在預備試驗 (ii)，已略述及銀合歡子實含有可溶性炭水化物頗多，此成份之溶出現象，在進行植物鹼結晶抽出時(比色標準液作製)甚為明顯。　以水進行植物成份抽出時，尤其在加溫處理時發現抽出液粘度逐漸提高過濾困難，色澤漸由淡黃而深紅等；如溶液加入半容酒精，即發現白色絮狀沉澱析出，而析出物呈示糖類反應等；以上述各節，即可斷定銀合歡子實確含易溶炭水化物不少，因而，如做羽扇豆飼料化處理，以 2.5 %鹽酸液進行浸漬粗碎子實時，乃不但可溶份，甚至部份澱粉等，經酸加水分解溶出，故僅得收率不及½～⅔；由此可見破碎銀合歡子實不便充為酸液處理飼料化原料，不容異議也。

(b) 銀合歡子實元粒，以鹽酸溶液進行飼料化時，無論以水冷浸或熱煮先行處理，獲到結果顯示：植物鹼抽出量與鹽酸濃度煮沸時間成一種比例，與收率即為反比；如僅憑數字言之，植物鹼抽出量及收率之合值均未能超出140(%)等；全般的處理效果頗差。其原故察之，仍如上述，恐銀合歡子實含鹽酸可溶性炭水化物頗多——此可在處理時間－收率，以及蛋白質溶出量差額－收率差額等之相對的關係下觀出 (實驗(ii)-(iv))——及，因植物鹼含量過高，如需充分抽出袪除乃難免可溶物質一併溶出等，所獲結果概示鹽酸處理方法無法應用於銀合歡飼料化處理。

(c) 銀合歡以稀薄鹼液進行處理時，發現鹼液較酸液對植物鹼之抽出效能大，及在煮沸處理時，收率尚為較佳(實驗(v)-(vi))。

原來銀合歡有毒成份植物鹼，為 Mimosine 及其 dl-體 Leucenol，可溶於100～110倍沸水，甚微溶於酒精，不溶於乙醚、丙酮、三氯化甲烷及苯等有機溶劑(5)，其性與普通植物鹼類頗有差異，而其化學構造，即為 3-Hydroxy-4-oxo-(4H)-pyridine-alanine，係屬於一種芳香屬胺基酸 (aromatic hydroxamino acid)，似可與苛性鈉化合為鈉鹽溶於水溶液；一方銀合歡中炭水化物及蛋白質，在熱煮處理時，似較難於由鹼分解溶出；實際上，在飼料化處理本試驗，可看純蛋白質全無溶失等；故得飼料化處理適當條件，反而寄存於鹼液處理一方，乃可諒解之。

由飼料化處理前後之化學成份分析數值，吾人可製一個對照表，判明由處理發生之成份變化，

處理效果等如下：

飼料化處理前後成份比較對照表

成　　份	原料乾物百分比	收率計算處理物乾物百分比	差　　額
	%	%	%
灰　　份	3.54	3.04	− 0.50
粗　蛋　白	33.4	27.98	− 5.42
粗　脂　肪	8.13	4.90	− 3.23
粗　纖　維	10.35	10.25	− 0.1
可溶無氮物	44.58	34.84	− 9.74
純　蛋　白	27.35	27.95	(+ 0.60)
澱　　粉	28.91	22.78	− 6.13
單　　寧	3.62	0	− 3.62
植　物　鹼	7.47	1.62	− 5.85

由對照表可見，飼料化過程中銀合歡主要成份之損失略爲：可溶性無氮物10％（澱粉6.2％，單仁3.6％），粗蛋白5.5％（純蛋白 0 ％，植物鹹 6.1％）及粗脂肪 3.3％等；再就毒成份言之，即單寧之全部及植物鹼之4/5可由處理祛除。以上述成績而言，即碱處理銀合歡，尙可爲飼料之應用。

最後，在飼料化處理本試驗，發現植物鹼尙存 1.75％一節，顯示最後段水煮沸洗滌操作不便粗略，特誌之爲供參考。

四、結　　語

（1）　由銀合歡子實組成分析，得子實種皮、種肉各佔組成一半，而有毒成份植物鹼，即可謂悉存於種肉部份。

（2）　銀合歡子實，蛋白含量爲29％（乾物百分比33.4％），惟一方尙含植物鹼6.5％等，致未能隨便爲飼料應用之。

（3）　銀合歡子實中，存可溶性炭水化物頗多，因此粉碎子實不適爲飼料化原料。

（4）　酸處理方法，在植物鹼祛除有效範圍（4/5以上）而言，收率均不及2/3，即無法適用於銀合歡飼料化處理。

（5）　碱處理方法，收率高，而有毒成份抽出效能大，其最適處理條件乃決定爲：子實元粒～五倍量水煮沸30分～五倍量0.1N 碱液煮沸30分～五倍量水煮沸洗滌10分。

變法碱處理飼料化成績（本試驗）略示：收率80％，純蛋白全無損失，植物鹼、單寧等毒害成份大部祛除；一方，飼料化物組成即示：粗、純蛋白質30％（乾物百分比 34.5％），可溶無氮物38％，澱粉25％，植物鹼 1.75％等；處理物，在其化學組成比原料營養價值爲高。

（6）　飼料化銀合歡，其爲飼料價值如何，應俟舉辦動物飼育試驗決定之。

參 考 文 獻

（1）　H.F. MACMILLAN:　Tropical Planting and Gardening (1952).
（2）　刈米達夫：植物成份之研究(昭和28).
（3）　H. MATSUMOTO *et al.*:　C. A. **46**, 1664 (1952).
（4）　H. MATSUMOTO *et al.*:　C. A. **46**, 1664 (1952).
（5）　M. MASCRÉ:　C. A. **31**, 4369 (1937).

INVESTIGATION AND STUDY ON THE SOURCES OF THE PROTEIN FEEDSTUFFS IN TAIWAN (Third Report)

A Study on the Leucaena Glauca Seed as A Feed for Hogs (I)

by

P. C. LIN, S. T. CHANG, and S. T. CHOW

SUMMARY

A study was made to utilize the Leucaena glauca seed as a feedstuff for hogs.

The mechanical composition of Leucaena seed was determined as meal one part and skin one part, that is one per one.

The chemical constitution of seed was also analyzed; protein content of the seed was about 30 per cent and alkaloid more than five per cent, which was found only in the meal.

The treatment of Leucaena seed to turn into a feedstuff was studied. No good result was obtained by the acid treatment for the yield was too small. On the other hand, however, the alkali treatment appeared to be promising.

The optimal condition of chemical treatment was to boil the seed not crushed with five times (vol./wt.) water for 30 minutes, then in same amount of tenth normal sodium hydroxide solution for 30 minutes, and again in water for ten minutes.

When the seed was treated by the process mentioned above except that in the final water-boiling process the cocking was stopped as soon as the water begins to boil, the amount of alkaloid decreased to one fifth, and no pure protein was lost.

It is concluded from chemical analysis that the alkali treated seed is more satisfactory as a feed than non treated one, because of less toxicity and high nutrition.

The feeding experiment with the alkali treated Leucaena seed on the hogs will be presented in another paper in near future.